Compartiments liquidiens

Introduction

L'eau, contenant des substances minérales, est le constituant le plus abondant de l'organisme.

Elle est répartie en compartiments ou secteurs ou volumes liquidiens.

Le volume, la composition en solutés et les propriétés physicochimiques des différents compartiments sont normalement stables.

Cette stabilité et les mécanismes qui la maintiennent constituent l'homéoastasie.

Répartition de l'eau dans l'organisme

En moyenne pour un adulte **de 70Kg**, l'eau totale représente **40** à **42** litres soit **60%** de la masse totale de l'organisme avec des variations, en fonction :

- du sexe : **60%** chez l'**homme** et **50%** chez la **femme** (importance de la graisse sous-cutanée qui est peu hydrophile);

- de l'âge : **70%** chez **le nourrisson**. Chez le sujet âgé ce pourcentage diminue à cause de l'expansion de la masse grasse et tissu fibreux.

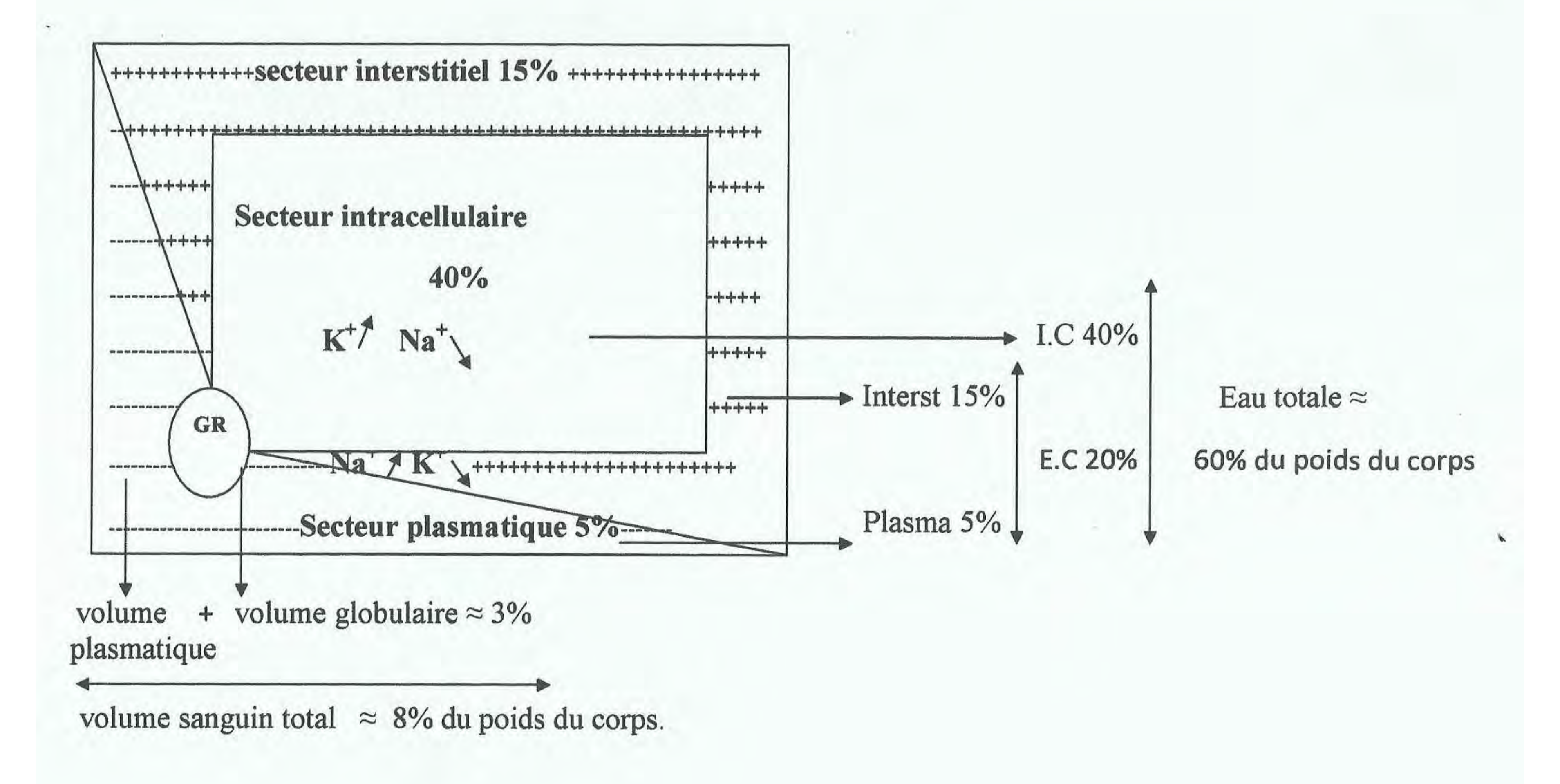
Répartition de l'eau dans l'organisme

Les **deux tiers** environ du liquide corporel se trouvent dans les cellules et constituent le **compartiment intracellulaire (40%).**

L'**autre tiers** constitue le **compartiment extracellulaire (20%)** ; comprenant **le plasma (5%)** et **le liquide interstitiel (15%).**

Le **compartiment extracellulaire** représente le **milieu intérieur** où baignent les cellules.

Schéma n° 1 : Répartition de l'eau dans l'organisme



Mesure du volume sanguin total (VST) :

- VST = volume plasmatique + volume globulaire(VG) =8% du poids du corps.

volume plasmatique ↓ Voir Tableau I

volume globulaire ↓ Espace chrome radioactif (^{51}Cr) ≈ 3%

- Hématocrite(Hte) = VG/VST =45% → VST = VG/Hte ou VST = V. plasmatique/1-Hte

Composition de l'espace globulaire : Formule Numération Sanguine(FNS)

Numération sanguine	Globules rouges	4-5millions/mm3
	Globules blancs	4-10mille/mm3
	Plaquettes	150-400mille/mm3
Formule sanguine	Polynucléaires neutrophiles	50-70%
	Polynucléaires éosinophiles	1-4%
	Polynucléaires basophiles	< 1%
	Lymphocytes	20-40%
	Monocytes	2-8%

Composition des différents compartiments liquidiens

Compartiment extracellulaire

1- Le secteur plasmatique : enfermé dans le système vasculaire, il représente le **1/4** d'eau du compartiment extracellulaire. Il contient :

a-des substances ionisées (mises en évidence par l'ionogramme sanguin)

b-des substances non ionisées :

-glucidiques : glucose 1g/l

-lipidiques : 4-5g/l

-azotées : urée 0,1-0,5g/l, créatinine 5-12mg/l.

a-des substances ionisées (mises en évidence par l'ionogramme san

Cations	Anions
Na^{+} 142mEq /L	Cl^{-} 104mEq/L
	HCO_3^{-} 26 mEq/L
Ca^{2+} 5mEq/L	Protides 15mEq/L
K^{+} 5mEq/L	Ac organiques 6 mEq/L
	Phosphates 2 mEq/L
Mg^{2+} 3mEq/L	Sulfates 1 mEq/L

Cations(+) 155mEq/L

Anions(-) 155mEq/L

Composition des différents compartiments liquidiens

Compartiment extracellulaire :

2-Le secteur interstitiel : contient **3/4** d'eau du compartiment extracellulaire et comprend l'**eau intercellulaire**, **la lymphe** et les **liquides non sanguins** tels que le liquide céphalo-rachidien.

-Les secteurs vasculaire et interstitiel sont séparés par la paroi capillaire, qui retient les hématies et les macromolécules comme les protéines, mais laisse passer toutes les autres substances dissoutes avec l'eau.

Composition des différents compartiments liquidiens
Compartiment extracellulaire

La composition du liquide interstitiel diffère donc discrètement de celle du plasma, puisque la concentration moindre des protéines (anions) est compensée par une augmentation de la concentration en d’autres anions.

Cet état stable, décrit sous le terme d’ «équilibre de Gibbs Donnan », fait que le liquide interstitiel est plus riche en bicarbonate et en chlore que le plasma.

Composition des différents compartiments liquidiens
Compartiment intracellulaire

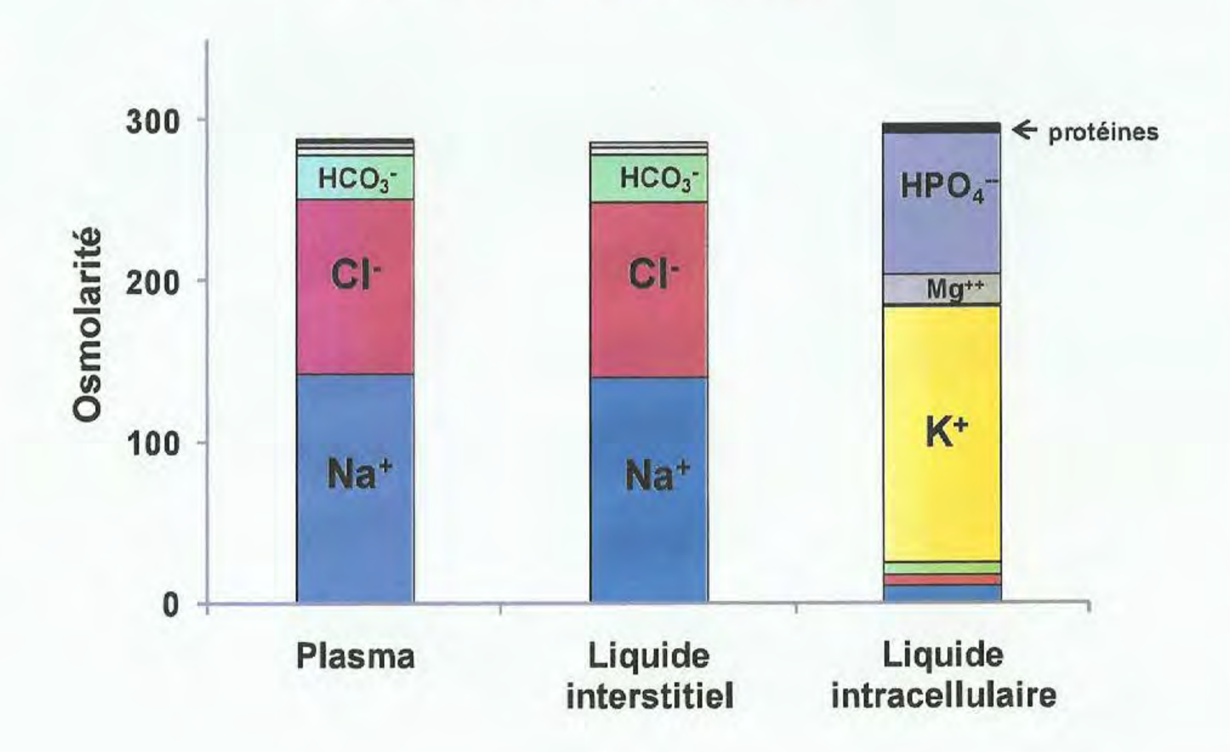
C'est le volume liquidien enfermé dans les membranes plasmiques des cellules. En fait, la proportion d'eau est très différente selon les types cellulaires : 70% dans les hépatocytes, 10% dans les adipocytes…

Composition des différents compartiments liquidiens
Compartiment intracellulaire

Sa composition en électrolytes est très différente du milieu extracellulaire :

- Il ya plus de K^+ (140meq/l), de phosphates (120meq/l), de Mg^{2+} et de protéines (55meq/l).
- moins de Na^+ (10mEq/l), de Cl^- (2mEq/l) et de bicarbonate
- Cette différence est générée et maintenue par la pompe Na^+, K^+-ATPase qui expulse activement hors de la cellule le Na^+ contre une entrée de K^+ (extrusion de $3Na^+$ contre une entrée de $2K^+$).

Composition ionique du liquide intracellulaire



Osmolarité du LIC surtout due aux **sels de potassium**

Légèrement > à celle du LEC

à cause de la concentration élevée des protéines intracellulaires

Composition des différents compartiments liquidiens

Au total :

Le milieu interstitiel contient très peu de protéines, plus de Cl^- et de HCO_3^-, et un peu moins de Na^+ que le plasma.

Dans le liquide intracellulaire ; il ya plus de protéines que dans le milieu extracellulaire, le cation le plus abondant est le K^+ et l'anion le plus abondant est le phosphate.

Composition des différents compartiments liquidiens

Malgré la différence de composition des deux secteurs, l'eau intracellulaire possède la même osmolalité que l'eau extracellulaire, c'est-à-dire la même concentration en substances dissoutes totales. En effet, toute différence d'osmolalité transitoire entre ces deux secteurs induit un flux d'eau qui tend à rétablir l'équilibre de concentration entre osmolarités intra et extracellulaire.

Régulation du métabolisme hydrosodé

Introduction

Il est habituel de parler d'équilibre hydrosodé car une anomalie du bilan de l'eau et/ou du sodium correspond à un trouble de l'hydratation.

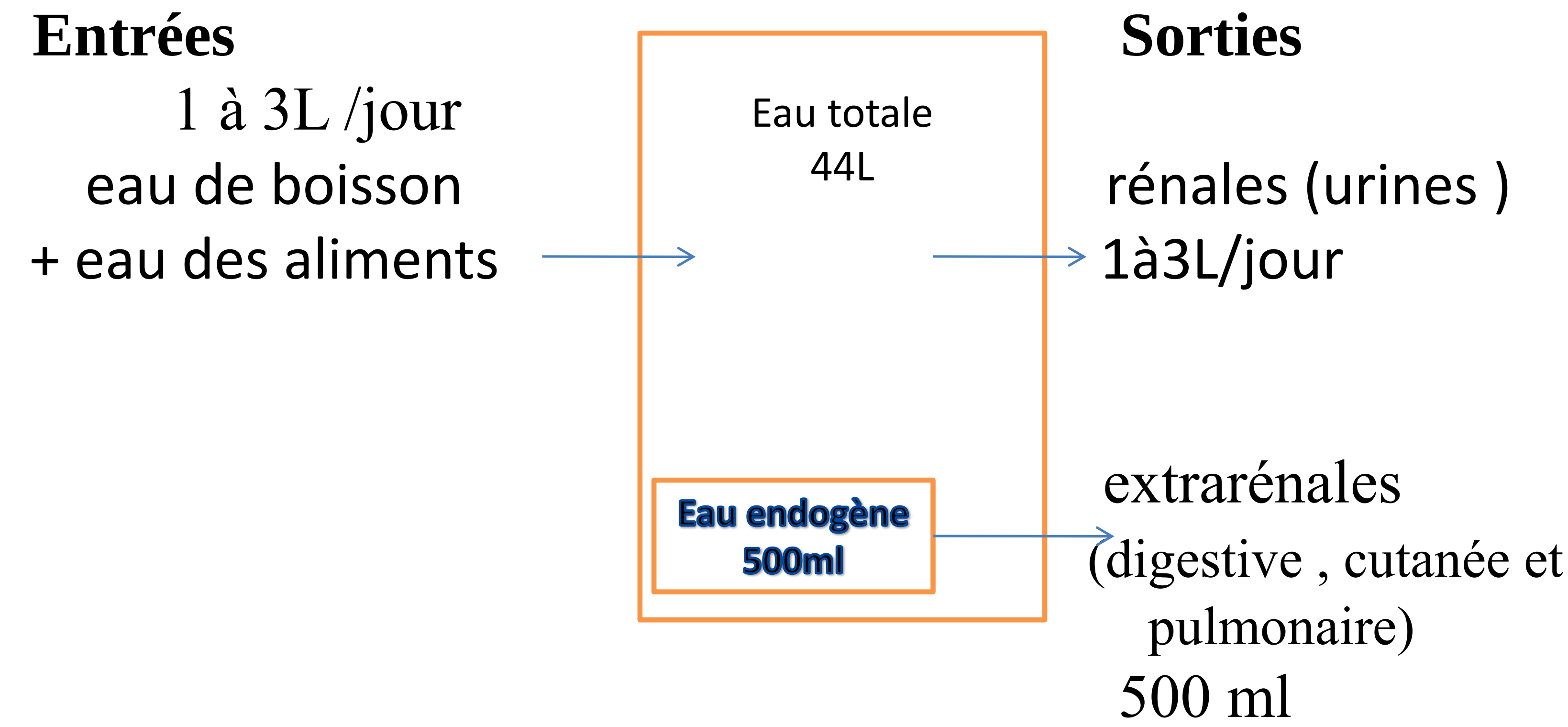
L'objectif du contrôle de l'équilibre hydrosodé est d'assurer la stabilité de l'hydratation cellulaire et extracellulaire, essentielle pour l'organisme.

Cette stabilité implique la nullité des bilans externes de l'eau et du sodium grâce au contrôle de plusieurs hormones aux actions complémentaires.

Le rein tient un rôle fondamental dans le contrôle des sorties d'eau et de sodium.

Contrôle du bilan hydrique
Entrées et sorties d'eau

jeune adulte masculin (72 kg) repos-confort thermique



Contrôle du bilan hydrique
Entrées et sorties d'eau

Les apports d'eau varient entre 1à3L selon les sujets, et sont soumis à une régulation par la **sensation de soif**

Les sorties rénales sont la cible majeure de la régulation des sorties hydriques de l'organisme, principalement sous contrôle de l'hormone antidiurétique(ADH).

A l'état stable, la diurèse est équivalente aux apports d'eau exogènes (1à3L) qu'elle reflète.

Le rein ajuste donc l'excrétion d'eau aux entrées, et le bilan d'eau est constant:

entrées = sorties.

Contrôle du bilan hydrique
Système de contrôle

1-Régulation des entrées d'eau par le mécanisme de la soif

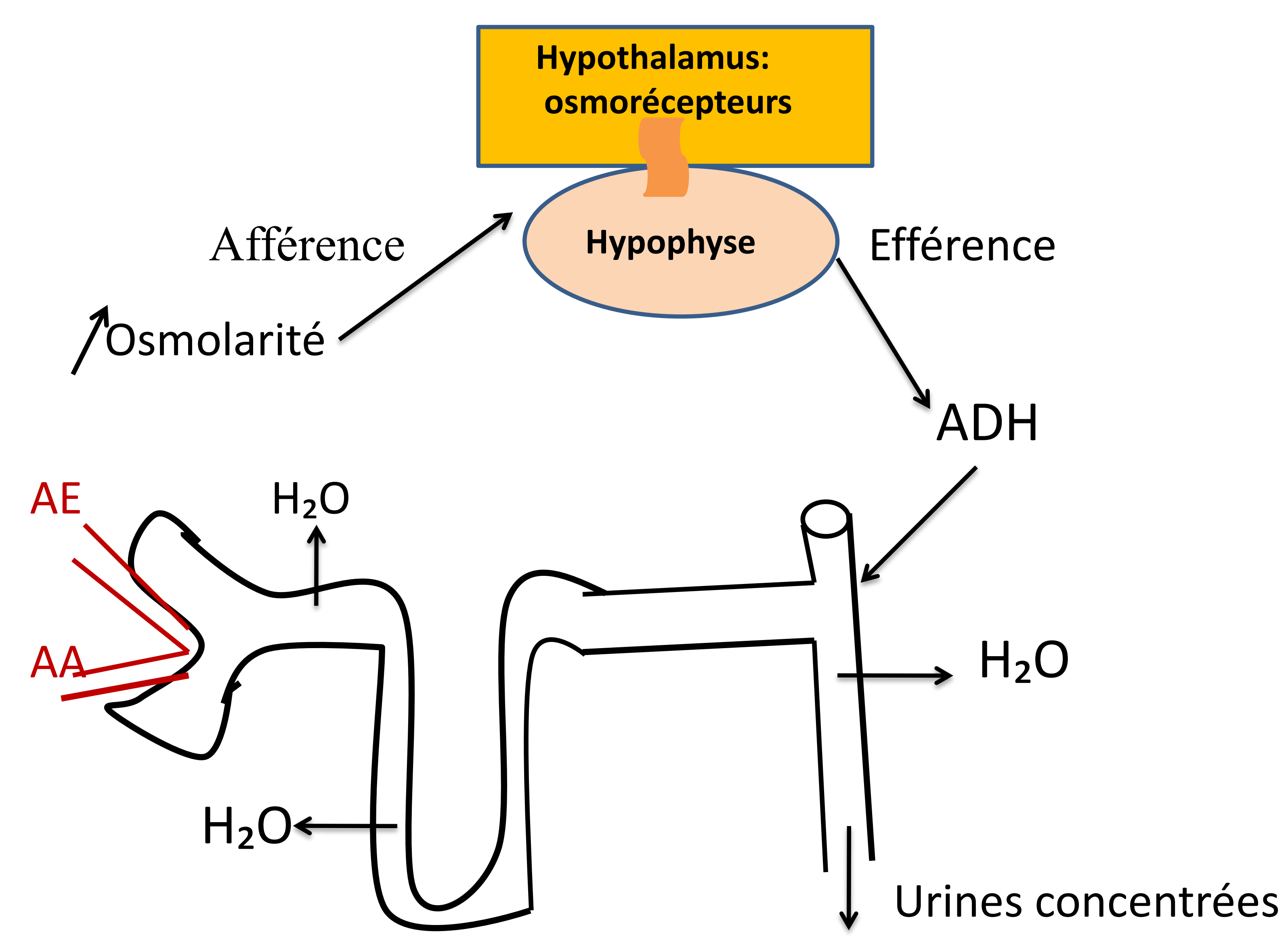
Le centre de la soif est situé dans l'aire préoptique latérale de l'hypothalamus qui contient des osmorécepteurs qui sont stimulés et déclenchent la sensation de la soif quand :

-l'osmolarité plasmatique est augmentée

-le volume hydrique ou la pression artérielle diminue.

2-Régulation des pertes rénales d'eau par l'ADH (voir cours d'ADH)

Sécrétion d'ADH et réabsorption de l'eau libre



Le néphron: unité fonctinnelle du rein.

Contrôle du bilan sodique
Entrées et sorties de sodium

L

l'apport habituel en sodium est de l'ordre de 100 à 200 mmol/24h ≈ 6g à 12g de NaCl (1g de NaCl ≈ 17mmol de Na^+) :

-50% sel de cuisine ajouté aux aliments.

-50% sel naturellement présent dans les aliments ou ajouté lors de leur fabrication.

Sorties:

-les selles : négligeable sauf diarrhée importante

-les urines : élimination principale chez le sujet au repos (élimination de 90 à 95% du NaCl absorbé)

-la sueur : négligeable au repos et à la neutralité thermique (la perte sodée sudorale peut atteindre 15-20g lors d'épreuves ultraendurantes).

Contrôle du bilan sodique

Les sorties rénales sont plus importantes et ajustables. Comme pour l'eau,les reins ont la capacité d'ajuster l'excrétion urinaire de sodium(natriurèse) aux entrées alimentaires et permettent le maintien d'un bilan de sodium :

entrées = les sorties.

Toute augmentation du contenu en sodium s'accompagne rapidement d'une rétention rénale rapide d'eau pour maintenir constante la concentration plasmatique de sodium = une augmentation du volume extracellulaire.

Système de contrôle

La régulation fine de l'excrétion urinaire de Sodium s'effectue dans les derniers segments du néphron.
De nombreux facteurs participent à cette régulation, mais le système Rénine-angiotensine-aldostérone joue un rôle prépondérant

Système de contrôle

1-Système rénine-angiotensine-aldostérone :

L'aldostérone est la principale hormone stéroïde minéralocorticoïde.

Elle est synthétisée dans la zone glomérulée de la corticosurrénale à partir du cholestérol.

Elle favorise la réabsorption du Na^+ et la sécrétion de K^+ au niveau du tubule distal et canal collecteur du rein.

La régulation de la sécrétion d'aldostérone dépend essentiellement du système rénine-angiotensine.

Celui-ci stimule la sécrétion d'aldostérone sous l'effet d'une hypovolémie ou d'un bilan de sodium négatif.

Système de contrôle

2-Facteur natriurétique auriculaire (ANF) est une hormone peptidique sécrétée par des cardiomyocytes spécialisées des oreillettes lorsque la paroi auriculaire est étirée par une augmentation de la pression de remplissage.

L'expansion volémique est le principal facteur physiologique de libération de l'ANF.

Son effet sur la fonction rénale est puissant et se traduit par une excrétion urinaire rapide de chlorure de sodium et d'eau.

Système de contrôle

3-Système nerveux sympathique : les nerfs sympathiques rénaux innervent les artérioles afférentes et efférentes, et les divers segments du tubule rénal. En réponse à une contraction volémique, le système sympathique est activé et diminue la natriurèse par deux mécanismes :

-libération de rénine : production d'angiotensine II et d'aldostérone

-stimulation de la réabsorption de NaCl au niveau du tube contourné proximal.

En réponse à une expansion volémique, l'inhibition du système nerveux sympathique, augmente la natriurèse en diminuant la réabsorption de sodium par le TCP.